

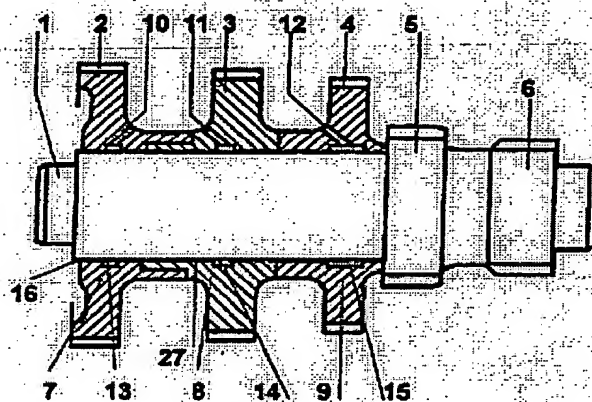
Contraction and adhesive connection between shafts and hubs

Patent number: DE19609430
Publication date: 1997-09-18
Inventor: HOERBURGER RUDOLF (DE)
Applicant: ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN (DE)
Classification:
- **International:** F16D1/06; F16B11/00
- **European:** F16D1/068
Application number: DE19961009430 19960311
Priority number(s): DE19961009430 19960311

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19609430

The connection is formed between a shaft (1) and a hub (7,8,9), in which the latter is contracted around the shaft and is further attached using adhesive. The shaft and / or the hub has a channel (10,11,12), through which the adhesive can be forced into the connection gap (16,27). Two or more hubs may be arranged on the shaft, and the latter may have an axial bore, from which at least one radial bore leads to each hub. A distribution groove (13,14) or pocket (15) which is connected to the channel, may be arranged adjacent to the gap. The latter may also widen slightly towards the centre.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 196 09 430 A 1

51 Int. Cl. 8:
F 16 D 1/06
F 16 B 11/00

21 Aktenzeichen: 196 09 430.5
22 Anmeldetag: 11. 3. 98
43 Offenlegungstag: 18. 9. 97

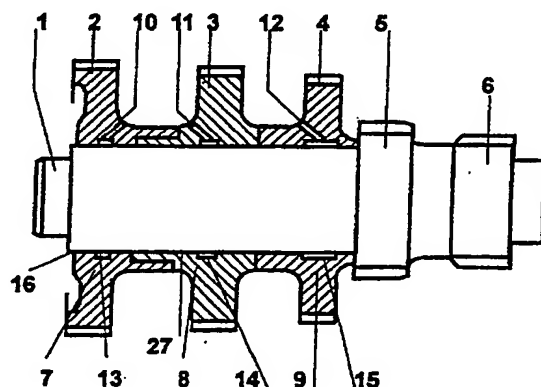
DE 196 09 430 A 1

71 Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

72 Erfinder:
Hörburger, Rudolf, 88046 Friedrichshafen, DE

64 Verbindung einer Welle mit einer Nabe

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Welle (1), auf der Zahnräder (2, 3, 4) mit ihren Naben (7, 8, 9) aufgeschraubt und durch Klebemittel zusätzlich befestigt sind. Das Klebemittel wird über Kanäle (10, 11, 12) und Bohrungen (18, 19 und 20) in die Verbindungsfuge (16, 27, 28) eingepreßt, wobei sich der Schrumpfsitz soweit löst, daß die Zahnräder (2, 3, 4) vor dem Aushärten des anaeroben Klebemittels positionsgenau ausgerichtet werden können. Zur gleichmäßigen Verteilung dienen Verteilermuten (13, 14) und Taschen (15) oder eine konkave Ausgestaltung des Nabensitzes. Durch die erfindungsgemäße Wellen-Nabenverbindung wird vor allem bei kleinen Zahnrädern eine überhöhte Zahnfußspannung und Mikroschlupf vermieden.



DE 196 09 430 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Verbindung einer Welle mit einer Nabe mit den Merkmalen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Es ist allgemein bekannt, eine Welle und eine Nabe durch Schrumpfen drehfest zu verbinden. Dabei wird die Passung der Teile mit einem Übermaß hergestellt. Vor der Montage der beiden Teile wird die Nabe erwärmt und die Welle, sofern es erforderlich ist, abgekühlt. So entsteht nach der Montage bei normaler Umgebungstemperatur ein Preßsitz. Entsprechend den zu erwartenden Belastungen muß das Übermaß der Passung und damit die Pressung ausgelegt werden, was zu hohen Restspannungen, vor allem in der Nabe, führt. Diese werden durch Spannungen unter Last überlagert, so daß bei Zahnrädern die zulässigen Werte für die Zahnfußspannungen überschritten werden können. Durch elastische oder plastische Verformung der beiden Teile unter Überlastung, wie sie bei Schwingungen, Temperatureinflüssen auftreten können, oder durch Alterung der Werkstoffe kann sich der Schrumpfverband kurzfristig lösen, und es entsteht ein sogenannter Mikroschlupf, bei dem sich die Nabe geringfügig, vor allem in Umfangsrichtung gegenüber der Welle, verschiebt.

Ist die genaue Position der Nabe zur Welle besonders wichtig, kann ein solcher Mikroschlupf nicht toleriert werden. Zum Beispiel müssen die Zahnräder bei Getrieben mit mehreren Vorgelegewellen sehr genau positioniert werden, damit sich die Last gleichmäßig auf die Leistungszweige verteilt. Formschlüssige Verbindungen, z. B. Nut und Feder, Polygonwellen, Keilwellen usw., vermeiden sowohl den Mikroschlupf als auch die Restspannungen. Sie können aber bei der geforderten hohen Präzision nur mit großem Aufwand hergestellt werden. Ferner beeinflussen sie den Kerb- und Formfaktor der Bauteile ungünstig.

Aus der DE-A1 42 04 814 ist es bekannt, ein Zahnrad mit einer Welle mit einem Schiebesitz, einem Haftsitz oder einem Festsitz zusammenzufügen und dabei mit einem Ein- oder Zweikomponentenkleber zu verkleben. Die Klebeverbindung läßt ein reduziertes Übermaß mit geringeren Restspannungen zu und verhindert gleichzeitig den Mikroschlupf. Allerdings ist es schwierig, das Klebemittel in den Spalt einzubringen, da es bei der Montage der Nabe wieder von der Welle abgestreift wird. Außerdem verbleibt nur wenig Zeit, um die Teile zueinander auszurichten, da das Klebemittel infolge der erhöhten Temperatur der Nabe schnell aushärtet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Montage einer Nabe auf einer Welle unter Verwendung einer Schrumpf- und Klebeverbindung zu erleichtern.

Sie wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Nabe wird nach folgendem Verfahren montiert. Zunächst wird sie erwärmt, dann auf die Welle aufgeschoben und grob ausgerichtet. Durch einen Kanal wird Klebemittel unter hohem Druck in die Verbindungsfuge gepreßt. Dadurch wird der Festsitz zwischen Nabe und Welle soweit reduziert, daß sich die Nabe verdrehen und fein ausrichten läßt. Nach dem Abbinden bzw. Aushärten des Klebemittels erreicht die Verbindung ihre endgültige Festigkeit, die bei anaerob-härtenden Klebstoffen ca. 30% über der einfachen Schrumpfverbindung liegt. Anaerob-härtende Klebstoffe sind Klebemittel auf Basis geeigneter Dimethacrylsäureester und Hydroperoxide, die unter Metallkatalyse und Luftabschluß aushärten.

Sind mehrere Naben auf einer Welle zu fixieren, wird das Klebemittel zweckmäßig über eine axiale Bohrung in der Welle zugeführt, die über eine oder mehrere radiale Bohrungen je Nabe mit den entsprechenden Verbindungs-fugen verbunden sind.

Die Kanäle oder Bohrungen münden vorteilhaft in Nuten oder Taschen, die zu den Verbindungsfugen offen sind und das Klebemittel sowohl in Umfangsrichtung als auch in axialer Richtung verteilen. Ein ähnlicher Effekt läßt sich durch eine Erweiterung der Verbindungsfuge zur Mitte hin erzielen, z. B. durch eine konkave Gestaltung des Naben- oder Wellensitzes.

Da in der Regel bei Zahnradgetrieben die Leistung nur über ein Zahnrad einer Welle übertragen wird und nicht über mehrere gleichzeitig, kann der Sitz des jeweils nicht belasteten Zahnrades zur Übertragung des Drehmoments genutzt werden, wenn sich die Verbindungsfugen benachbarter Naben axial überlappen. Dadurch erhält man auf kleinem Raum eine große Fläche zur Drehmomentübertragung.

Es ist wichtig zu kontrollieren, daß die ganze Verbindungsfuge mit Klebemittel gefüllt ist, z. B. dadurch, daß man darauf achtet, wann seitlich aus der Verbindungsfuge Klebemittel austritt. Das austretende Klebemittel wird dabei abgesaugt und später wiederverwendet. Besondere Kontrollkanäle, die von einem inneren Bereich der Verbindungsfuge zu einer einsehbaren Stelle führen, erleichtern die Überwachung des Klebevorgangs. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Klebemittelverbrauch zu überwachen, z. B. mittels einer Dosierpumpe oder Dosierkolbens. Hierbei kann der Kolbenhub als Maß für den Klebemittelverbrauch herangezogen werden.

Sollen mehrere Naben nacheinander montiert werden, wird nach einer Ausgestaltung des Verfahrens eine Sonde in die axiale Bohrung bis zu der entsprechenden radialen Bohrung dichtend eingeführt und das Klebemittel über die Sonde eingepreßt.

Ein weiteres Verfahren, das Klebemittel einzubringen, besteht darin, daß Dosierkolben nacheinander dichtend in die axiale Bohrung der Welle eingeführt werden und eine definierte Menge Klebemittel in die jeweilige Verbindungsfuge pressen. Wenn die Kolben richtig bemessen werden, können sie nach dem Aushärten des Klebemittels in der axialen Bohrung zwischen den radialen Bohrungen verbleiben.

In der Beschreibung und in den Ansprüchen sind zahlreiche Merkmale im Zusammenhang dargestellt und beschrieben. Der Fachmann wird die kombinierten Merkmale zweckmäßigerweise im Sinne der zu lösenden Aufgaben auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorgelegewelle mit mehreren erfindungsgemäß befestigten Zahnrädern im Längsschnitt;

Fig. 2 eine Vorgelegewelle mit einer axialen Bohrung und radialen Bohrungen;

Fig. 3 eine Vorgelegewelle mit einer Sonde in der axialen Bohrung und

Fig. 4 eine Vorgelegewelle mit einem Dosierkolben.

Auf einer Welle 1, einer Vorgelegewelle eines Getriebes mit mehreren Vorgelegewellen, sind drei Zahnräder 2, 3 und 4 mit ihren Naben 7, 8 und 9 aufgeschumpft, das bedeutet, daß ihre Passungen mit der Welle 1 als Übermaß gefertigt sind und sie bei der Montage auf eine entsprechend hohe Temperatur gebracht werden. Auf-

grund des Übermaßes stellt sich nach der Abkühlung ein Festsitz ein. Deshalb werden die Zahnräder bereits beim Aufschrupfen grob ausgerichtet. Zwei weitere Zahnräder 5 und 6 sind unmittelbar an der Welle 1 angeformt.

Die Naben 7, 8, und 9 haben Kanäle 10, 11 und 12 in Form von Bohrungen, durch die nach dem Aufschrupfen Klebemittel, z. B. anaerob-härtender Kunststoff, unter hohem Druck der Verbindungsfuge 16, 27 und 28 zugeführt wird. Dabei wird der Schrumpfsitz soweit gelockert, daß die Zahnräder 2, 3 und 4 fein nachjustiert, d. h. in die endgültige Position gebracht werden können. Verteilernuten 13, 14 und 15 verteilen das Klebemittel gleichmäßig in Umfangsrichtung und in axiale Richtung. Dazu ist es zweckmäßig, wenn sich die Nut wie bei der Verteilernut 15 taschenförmig erweitert oder sich die Verbindungsfuge wie bei der Verbindungsfuge 28 durch eine konkave Gestaltung des Naben- und/oder Wellensitzes zur Mitte hin geringfügig innerhalb des gewählten Übermaßes erweitert, damit ein Preßsitz erhalten bleibt.

Die Ausführung nach Fig. 2 weist anstatt der Kanäle 10, 11 und 12 eine axiale Bohrung 17 in der Welle 1 auf, von der radiale Bohrungen 18, 19 und 20 zu den Verteilernuten 13, 14 und 15 führen.

Sollen die Zahnräder 2, 3 und 4 nacheinander ausgerichtet und verklebt werden, kann der Kunststoff über eine Sonde 21 eingebracht werden. Diese wird in die axiale Bohrung 17 so tief hineingeführt, bis eine Querbohrung 22 am inneren Ende der Sonde 21 mit einer der radialen Bohrungen 18, 19 oder 20 zur Deckung gebracht ist. Beiderseits der Querbohrung 22 ist der Spalt zwischen der axialen Bohrung 17 und der Sonde 21 mittels Ringdichtungen 23 und 24 abgedichtet. Verschiebt man die Sonde 21, können die Verbindungsfugen nacheinander mit Klebemittel gefüllt werden.

Fig. 4 zeigt eine Variante, bei der das Klebemittel mit einem Dosierkolben 25 eingepreßt wird, der in der axialen Bohrung 17 geführt ist. Der Kolbenhub ist dabei so abgestimmt, daß eine ausreichende Menge Klebemittel in die Verbindungsfuge 16, 27 und 28 gelangt. Der Dosierkolben 25 kann nach dem Aushärten des Klebemittels zwischen den radialen Bohrungen 18, 19 und 20 in der axialen Bohrung 17 verbleiben. Eine Ringdichtung 26 dichtet den Spalt zwischen der axialen Bohrung 17 und dem Dosierkolben 25 ab.

Zwischen den benachbarten Zahnrädern 2 und 3 überlappen sich die Verbindungsfugen 16 und 27 in axialer Richtung. Dadurch erreicht man eine größere Klebefläche und eine festere Verbindung zur Übertragung höherer Drehmomente.

Der Klebevorgang kann überwacht werden, indem man den Austritt des Klebemittels an den Enden der Verbindungsfugen 16, 27 und 28 beobachtet oder den Klebemittelverbrauch oder den Hub des Dosierkolbens 25 mißt. Ferner können besondere Kontrollbohrungen 29 angebracht werden, durch die beobachtet werden kann, ob das Klebemittel bereits an kritische Stellen gelangt ist.

Bezugszeichenliste

- 1 Welle
- 2 Zahnrad
- 3 Zahnrad
- 4 Zahnrad
- 5 Zahnrad
- 6 Zahnrad
- 7 Nabe
- 8 Nabe

- 9 Nabe
- 10 Kanal
- 11 Kanal
- 12 Kanal
- 13 Verteilernut
- 14 Verteilernut
- 15 Verteilernut
- 16 Verbindungsfuge
- 17 axiale Bohrung
- 18 radiale Bohrung
- 19 radiale Bohrung
- 20 radiale Bohrung
- 21 Sonde
- 22 Querbohrung
- 23 Ringdichtung
- 24 Ringdichtung
- 25 Dosierkolben
- 26 Ringdichtung
- 27 Verbindungsfuge
- 28 Verbindungsfuge
- 29 Kontrollbohrung

Patentansprüche

1. Verbindung einer Welle (1) mit einer Nabe (7, 8, 9), bei der die Nabe (7, 8, 9) auf die Welle (1) aufgeschrupft und durch Klebemittel zusätzlich befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (1) und/oder Nabe (7, 8, 9) einen Kanal (10, 11, 12) haben, durch den das Klebemittel in die Verbindungsfuge (16, 27, 28) gepreßt wird.
2. Verbindung nach Anspruch 1, bei der mehrere Naben (7, 8, 9) auf einer Welle (1) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (1) eine axiale Bohrung (17) hat, von der zu jeder Nabe (7, 8, 9) ein oder mehrere radiale Bohrungen (18, 19, 20) führen.
3. Verbindung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe (7, 8, 9) oder die Welle (1) eine an die Verbindungsfuge (16, 27, 28) angrenzende Verteilernut (13, 14) oder Verteilertasche (15) haben, die mit dem Kanal (10, 11, 12) verbunden sind.
4. Verbindung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Verbindungsfuge (28) zur Mitte hin geringfügig erweitert.
5. Verbindung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabenbohrung bzw. der Wellensitz entsprechend konkav gestaltet ist.
6. Verbindung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Verbindungsfuge (16, 27) benachbarter Naben (7, 8) axial überlappen.
7. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
 - die Naben (7, 8, 9) vorgewärmt und
 - auf der Welle (1) grob ausgerichtet werden,
 - durch den Kanal (10, 11, 12) Klebemittel unter hohem Druck zugeführt wird, bis sich die Naben (7, 8, 9) bewegen lassen,
 - die Naben (7, 8, 9) fein ausgerichtet werden und das Klebemittel aushärtet.
8. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Klebemittel ein anaerob-härtender Klebstoff verwendet wird.

9. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das aus der Verbindungsfuge (16, 27, 28) austretende Klebemittel abgesaugt und wiederverwendet wird. 5
10. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Klebevorgang über Kontrollkanäle (29) überwacht wird, die von einem inneren Bereich der Verbindungsfuge (16, 27, 28) zu einer Oberfläche führen. 10
11. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Klebevorgang anhand des Klebemittelverbrauchs überwacht wird. 15
12. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Klebemittel durch einen Dosierkolben (25) eingepreßt wird und der Klebevorgang anhand des Kolbenhubs überwacht wird. 20
13. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung von mehreren Naben (7, 8, 9) auf einer Welle (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Klebemittel den Naben (7, 8, 9) nacheinander über eine rohrförmige Sonde (21) 25 zugeführt wird, die dichtend und entsprechend tief in die axiale Bohrung (17) der Welle (1) eingeführt wird.
14. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung von mehreren Naben (7, 8, 9) mit einer Welle (1) 30 nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in die axiale Bohrung (17) der Welle (1) Dosierkolben (25) dichtend gedrückt werden, die die entsprechende Menge an Klebemittel nacheinander durch die radialen Bohrungen (18, 19, 20) zu den Verbindungsfugen (16, 27, 28) der einzelnen Naben (7, 8, 9) pressen. 35
15. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosierkolben (25) kürzer sind als der axiale Abstand der radialen Bohrungen (18, 19, 20), so daß sie nach dem Aushärten des Klebemittels in der axialen Bohrung (17) verbleiben können. 40

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

Fig. 1

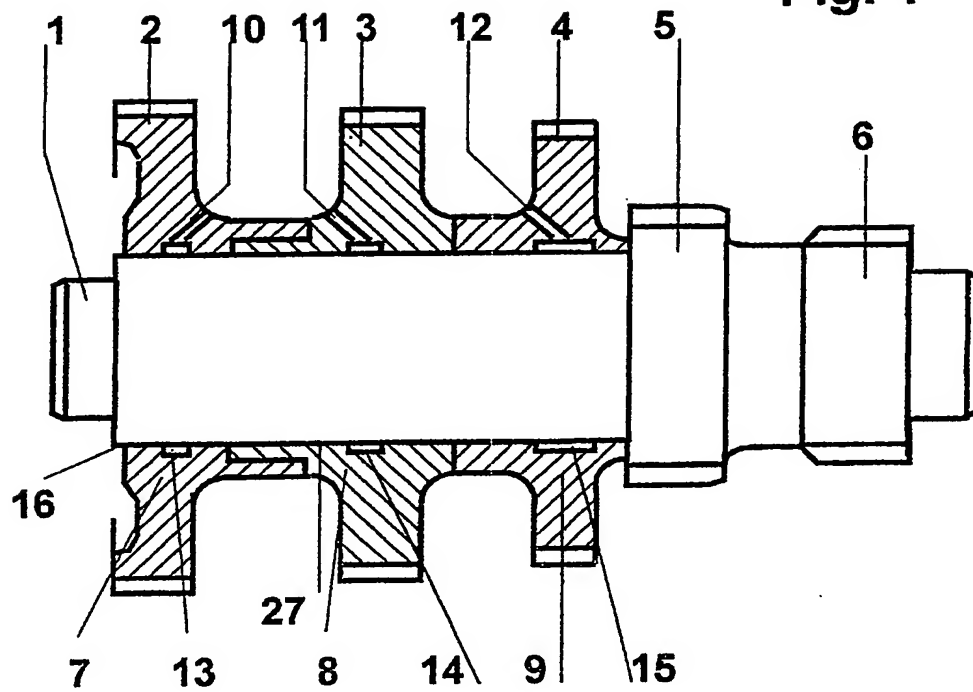
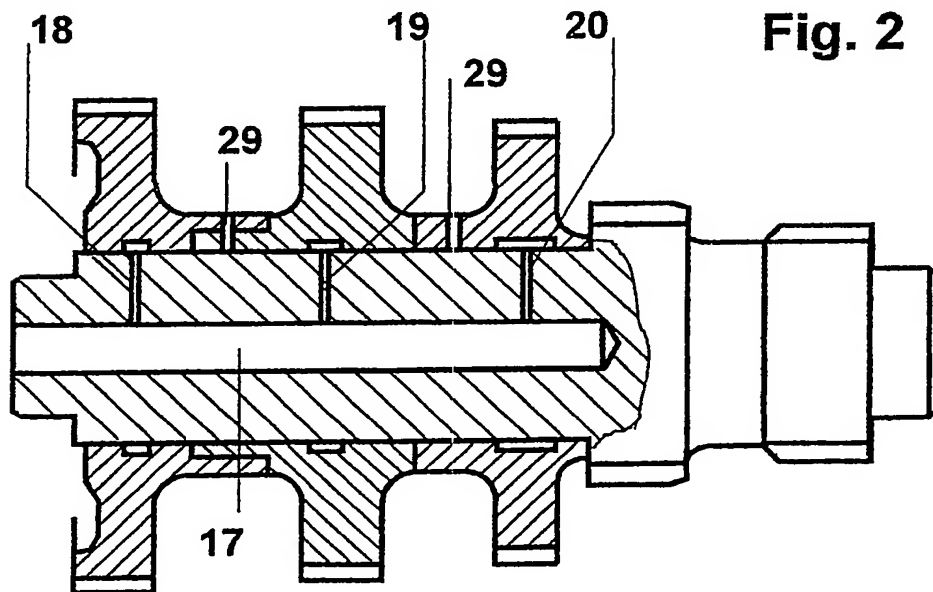


Fig. 2



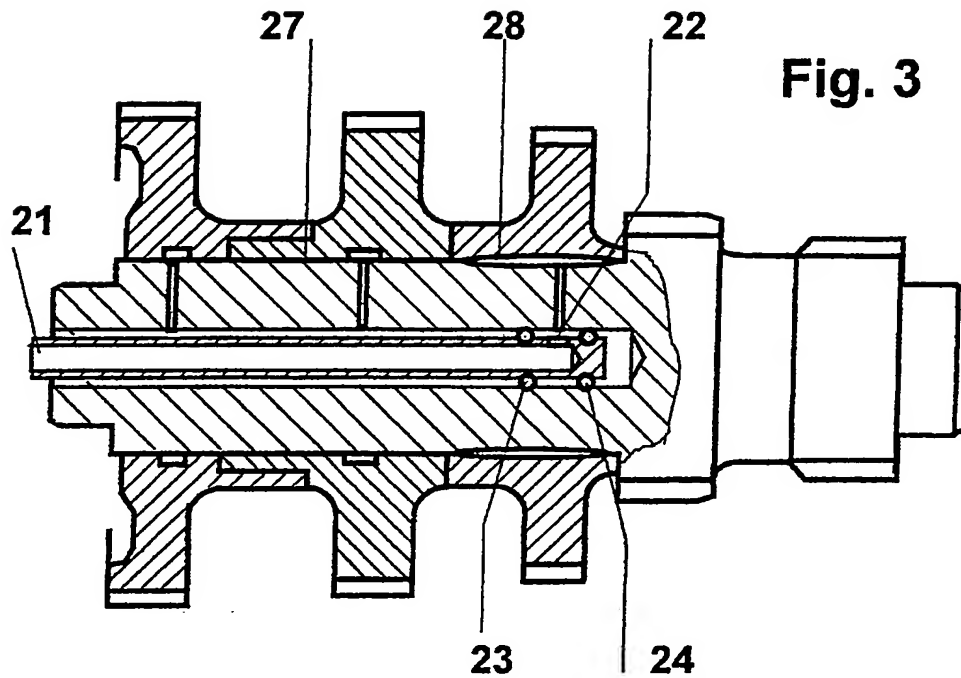


Fig. 3

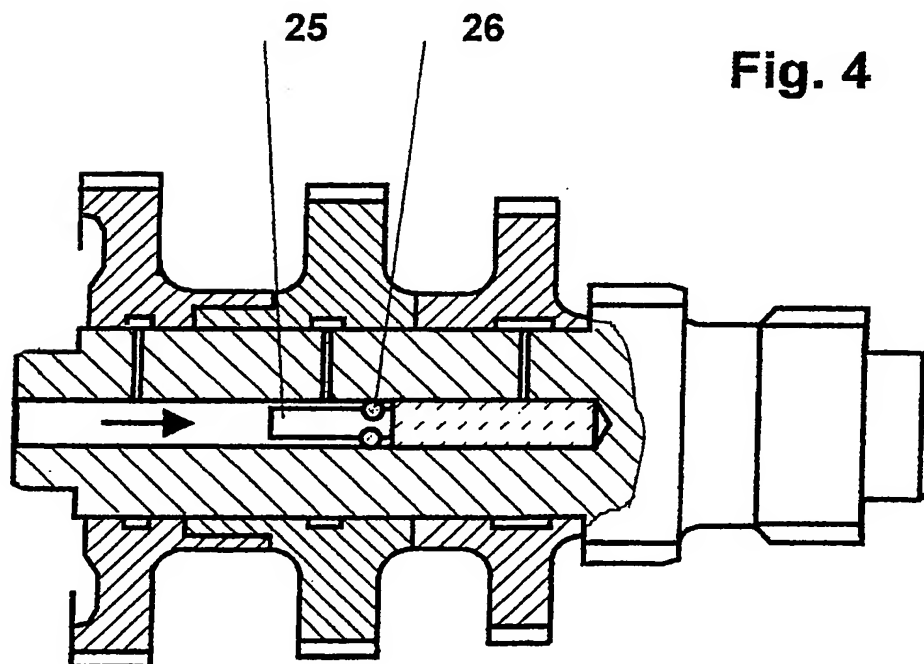


Fig. 4

This Page Blank (uspto)

This Page Blank (uspto)